

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-245727

(43)Date of publication of application : 12.09.2000

(51)Int.Cl.

A61B 6/03

G01N 23/04

(21)Application number : 11-056055

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 03.03.1999

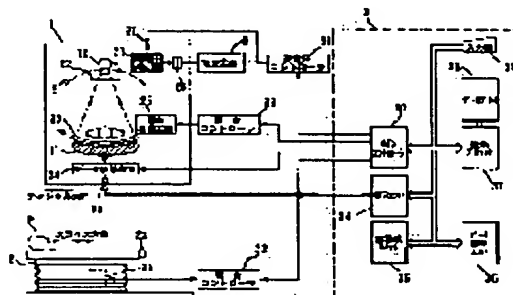
(72)Inventor : SUZUKI TATSURO

## (54) RADIOACTIVE RAY CT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily grasp a photographing progress situation by generating an image by using a part of original data equivalent to plural slice rows gathered by the newest scan between mutual scans of plural times, and displaying the generated image until a new image is generated.

**SOLUTION:** When indicating the reconstitution of raw data of a prescribed slice among raw data after correcting five slices 1 to 5 gathered by respective scans, for example, the constitution of a fifth-row slice to a reconstituting unit 36 from a main controller 30, the reconstitution equivalent to indicated single or plural slices is performed in a standby period of scan interval time. At this time, an image display of a slice position for showing a photographing progress situation is commanded to a display processor 37. In the case of the scan direction = 1, an image display of a fifth-row slice being always the forefront in respective time scans is commanded to be displayed on a display 38 until a new fifth-row image is reconstituted after the next scan finishes.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-245727

(P2000-245727A)

(43) 公開日 平成12年9月12日 (2000.9.12)

(51) Int. Cl.	識別記号	F I	特許出願公開番号
A 6 1 B 6/03	3 2 1	A 6 1 B 6/03	3 2 1 Q 2 G 0 0 1
	3 6 0		3 6 0 N 4 C 0 9 3
G 0 1 N 23/04		G 0 1 N 23/04	

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願平11-56055

(22) 出願日 平成11年3月3日 (1999.3.3)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 鈴木 達郎

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会  
社東芝那須工場内

(74) 代理人 100078765

弁理士 波多野 久 (外1名)

F ターム (参考) 2G001 AA01 BA11 CA01

4C093 AA22 BA03 BA07 BA17 CA15

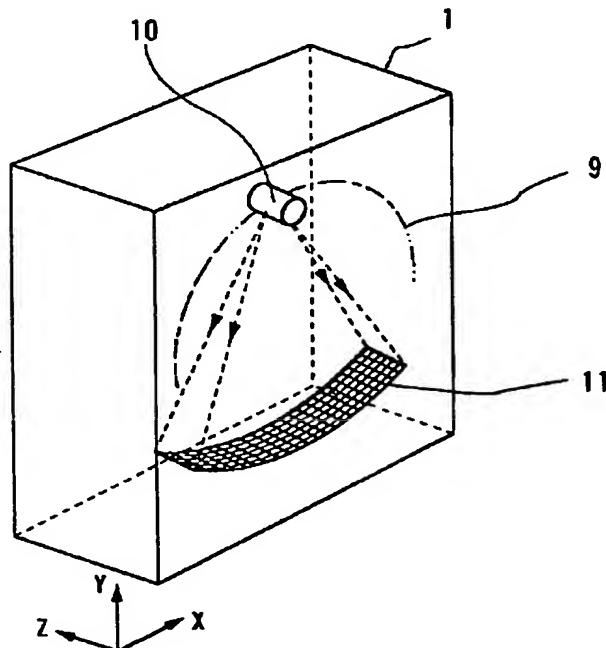
CA18 FE13 FG13

(54) 【発明の名称】 放射線CT

(57) 【要約】

【課題】 マルチスライスCTでマルチスキャンを実施する場合でも、撮影の進捗状況を容易に把握でき、かつ、スキャン間の待ち時間を短縮してトータルの撮影時間を抑える。

【解決手段】 X線ビームの1回のスキャンにより被検体Pの複数スライス列に対応した複数枚の画像の原データを同時に収集する工程と、複数スライス列の位置を変える工程とを交互に繰り返して所定のスキャン方向にスキャンを少なくとも2回実行する、いわゆるマルチスキャン用のスキャン手段(1~4、31~33)と、複数回のスキャンの相互間にその最新のスキャンにより収集された複数スライス列の内のスキャン方向先頭のスライス列の原データを使って画像を再構成する画像生成手段(30)と、再構成画像を次のスキャンが始まって新たな画像が生成されるまで表示する画像表示手段(37、38)とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検体に対する放射線の1回のスキャンにより当該被検体の複数スライス列に対応した複数枚の画像の原データを同時に収集する工程と、前記複数スライス列の位置を変える工程とを交互に繰り返して所定のスキャン方向に前記スキャンを少なくとも2回実行するスキャン手段と、

前記複数回のスキャンの相互間にその最新のスキャンにより収集された前記複数スライス列分の原データの一部を使って画像を生成する画像生成手段と、この生成した画像を次のスキャンが始まって新たな画像が生成されるまで表示する画像表示手段とを備えたことを特徴とする放射線CT。

【請求項2】 請求項1記載の発明において、前記被検体のスキャンプラン用のプラン画像を収集するプラン画像収集手段と、このプラン画像を表示するプラン画像表示手段と、この表示されたプラン画像を観察しながらスキャンプランを立てるスキャンプラン手段とを備えたことを特徴とする放射線CT。

【請求項3】 請求項2記載の発明において、前記スキャンプラン手段は、前記複数回のスキャン全部を網羅する前記複数列のスライス位置を前記プラン画像上に重畳表示する手段と、前記スキャン方向を指定する手段と、指定された前記スキャン方向に応じて前記一部の原データの使用位置を変える手段と、この使用位置に対応する前記複数列のスライス位置の一部の列を前記プラン画像上で自動的にハイライト表示する手段とを含むことを特徴とした放射線CT。

【請求項4】 請求項2記載の発明において、前記スキャンプラン手段は、前記複数回のスキャン全部を網羅する前記複数列のスライス位置を前記プラン画像上に重畳表示する手段と、前記画像を生成し且つ表示する位置をそのスライス位置から選択する手段と、その選択されたスライス位置を前記プラン画面上で自動的にハイライト表示する手段とを含むことを特徴とした放射線CT。

【請求項5】 請求項2記載の発明において、前記画像表示手段により前記画像が表示される同一の画面上に前記プラン画像を参照像として同時に表示する参照像表示手段を備えることを特徴とした放射線CT。

【請求項6】 請求項5記載の発明において、前記参照像表示手段は、前記複数回のスキャン全部を網羅する前記複数列のスライス位置に対して前記スキャンが完了したスライス位置および前記画像表示手段により現在、表示されている画像のスライス位置を各別にハイライト表示する手段であることを特徴とした放射線CT。

【請求項7】 請求項1記載の発明において、前記複数スライス列分の原データの内の前記一部の原データを除いた原データを前記複数回のスキャンが終了し

た後に画像として生成する画像後生成手段を備えることを特徴とした放射線CT。

【請求項8】 請求項1記載の発明において、前記スキャン手段は前記放射線を受ける複数の検出素子列を有する検出器を備え、前記一部の原データはその検出器の複数の検出素子列により検出されたデータから成ることを特徴とした放射線CT。

【請求項9】 請求項1乃至8のいずれか一項に記載の発明において、

10 前記一部の原データは、前記スキャン方向における前記スキャン毎の先頭のスライス列の原データであることを特徴とした放射線CT。

【請求項10】 請求項1乃至8のいずれか一項に記載の発明において、

前記一部の原データは、前記スキャン方向における前記スキャン毎の先頭から順に収集される、前記複数スライス列よりは少ない複数のスライス列の原データであることを特徴とした放射線CT。

20 【請求項11】 請求項1乃至8のいずれか一項に記載の発明において、

前記複数回のスキャンの繰り返し周期の間に生成可能な前記画像数を演算する画像数演算手段を備え、

前記画像生成手段は、前記原データの一部として前記画像数分の原データを用いて画像を生成する手段であり、前記画像表示手段は、前記画像数分の原データを用いて生成された画像を前記スキャン方向の先頭側のスライス位置から順に表示する手段であることを特徴とした放射線CT。

30 【請求項12】 被検体に対する放射線の1回のスキャンにより当該被検体の複数スライス列に対応した複数枚の画像の原データを同時に収集する工程と、前記複数スライス列の位置を変える工程とを交互に繰り返して所定のスキャン方向に前記スキャンを少なくとも2回実行するスキャン手段と、

前記複数回のスキャンの相互間にその最新のスキャンにより収集された前記複数スライス列分の原データの少なくとも一部を選択して束ねたデータから画像を生成する画像生成手段と、この画像を次のスキャンが始まって新たな画像が生成されるまで表示する画像表示手段とを備えたことを特徴とする放射線CT。

40 【請求項13】 請求項12記載の発明において、前記被検体のスキャンプラン用のプラン画像を収集するプラン画像収集手段と、このプラン画像を表示するプラン画像表示手段と、この表示されたプラン画像を観察しながらスキャンプランを立てるスキャンプラン手段とを備え、

前記スキャンプラン手段は、前記複数回のスキャン全部を網羅する前記複数列のスライス位置を前記プラン画像上に重畳表示する手段と、前記束ねた画像を生成するためのスライス位置を指定する手段と、この指定されたス

ライス位置を前記ブラン画像上で自動的にハイライト表示する手段とを含むことを特徴とした放射線CT。

【請求項14】 請求項13記載の発明において、前記少なくとも一部の原データは、前記スキャン毎の前記複数のスライス列の2列から全部の列の内の一つの態様であることを特徴とした放射線CT。

【請求項15】 被検体に対する放射線の1回のスキャンにより当該被検体の複数スライス列に対応した複数枚の画像の原データを同時に収集する工程と、前記複数スライス列の位置を変える工程とを交互に繰り返して所定のスキャン方向に前記スキャンを少なくとも2回実行するスキャン手段と、

前記複数回のスキャンの相互間にその最新のスキャンにより収集された前記複数スライス列分の原データからその複数スライス数よりも少ない数の画像を生成する画像生成手段と、この生成した画像を次のスキャンが始まって新たな画像が生成されるまで表示する画像表示手段とを備えたことを特徴とする放射線CT。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被検体の複数スライスに対する同時のスキャンと、そのスキャン位置の移動とを繰り返しながら収集したスキャンデータから各スキャン位置での複数枚の断層像を生成して表示するX線CTスキャナなどの放射線CTに係り、とくに、スキャンの進捗状況の把握とトータルの撮影時間の短縮とを両立させる放射線CTに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、病院などにおいて、放射線CTの1つとしてのX線CTスキャナが多用されている。このスキャナのタイプとして、シングルスライスCTとマルチスライスCTと呼ばれるスキャナが知られている。

【0003】シングルスライスCTは、1スキャン（画像再構成に必要なデータを収集するための1回のスキャン）で1枚の画像を得るタイプのスキャナである。このCTの典型的な使用法は以下のものである。あるライス位置でスキャンを行って1枚のスライスから生データ（X線投影データ：原データとも呼ばれる）を得た後、そのスライス厚さ分（撮影領域の中心高さにおける厚さ分）だけ、例えば被検体を寝かせた天板を移動させて次のスキャンを行ない、隣接スライスの生データを得る。このスキャンと天板（またはX線管および検出器）の移動とを順次繰り返すことで、診断部位の一連の複数枚の断層像（スライス像）を等間隔で得ることができる。各スキャン後に再構成された断層像は、モニタなどのディスプレイに再構成順に表示される。このスキャン法をマルチスキャンと呼ぶ。

【0004】またマルチスライスCTは、1スキャンで複数枚の画像を得るタイプのスキャナである。画像枚数は、通常、使用する2次元X線検出器の検出素子のスラ

イス方向の列数に一致させる。すなわち、検出器の検出素子列がスライス方向に5列配設した構造であれば、1スキャンで5枚分の生データ（投影データ）を収集することができる。

【0005】このマルチスライスCTにおいてもマルチスキャン法を実施できる。つまり、1回のスキャンを行って複数スライスから画像の生データを得ると、次に、その複数スライスのトータル厚さ分（撮影領域の中心高さにおけるトータル厚さ分）だけ、例えば被検体を寝かせた天板を所定スキャン方向に移動させて次のスキャンを同様に行ない、前回スキャンに係る複数スライスに隣接した複数スライスの生データを同時に得る。

【0006】この複数スライスの生データは所定演算により複数枚の断層像に再構成された後、再構成された順番でディスプレイに順次、表示される。次のスキャンは、前回のスキャンによって得た複数スライス全部の画像が表示された後の適宜な時点で開始される。この複数スライスに対するスキャンと天板（またはX線管および検出器）の移動とを交互に繰り返すことで、診断部位の一連の複数枚の断層像を等間隔で得ることができる。

【0007】なお、スライス方向においてスキャン位置を移動させる方向を、以下、スキャン方向と呼ぶことにする。

【0008】いま、上述したマルチスライスCTでマルチスキャン法を実施したときのスキャン、画像再構成、画像表示、および天板移動の時間関係は、図29のように表される。同図に示すように、最初のスキャンAが終了してから例えば5枚分のスライスの再構成が順次行われ、これと並行して再構成が完了したスライスから順次、画像表示される。天板移動はスキャンAが終わった後の適宜な期間に済ませているが、複数スライス分の画像の再構成および表示が終わっていないので、スキャンは待機状態である。結局、最初のスキャンAが終わり天板移動してから次のスキャンBまでの間に、再構成および表示を待つ期間 $T_w$ が設定される。

【0009】この図29のスキャンモードの場合、全てのスライスの再構成画像が表示されてから次のスキャンに移るので、1スキャン毎に、オペレータは回転軸方向（スライス方向）に被検体のどの部位までスキャンが進んだかを確認できる。このため、必要があれば、計画した撮影の途中でそれ以上のスキャンを行わないように撮影中止することができる。必要で無い部位または必要が無くなった部位までスキャンしてしまうという状態を適宜なタイミングで阻止でき、被検体のトータルの被曝量を抑えることが可能になる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したようにマルチスライスCTでマルチスキャン法を実施する場合、シングルスライスCTとは異なり、1スキャン（1回転）毎に複数スライス分の再構成および表示の

時間が必要になり、次のスキャンまでの待ち時間（再構成・表示待ちの時間  $T_w$ ）が長くなる。したがって、一連の全部のスキャンが完了するまでのトータルの撮影時間も長期化してしまうという問題がある。この問題は患者スルーットを低下させる。

【0011】加えて、息止め法との問題もある。つまり、スキャン中に患者に息止めを要求する息止め法を用いた撮影の場合、息止め期間もそれに伴って長くなる。通常、1スキャンに要する時間は1秒程度、再構成時間も1秒程度／スライス、天板移動時間は2秒程度であるので、図29の例の場合、再構成・表示待ちの期間  $T_w$  は約4秒以上になる。このため、スキャン間の時間は約6秒以上になり、4スキャン行う場合には撮影前後の予備の息止め時間も含めると、最低でも30秒程度とかなり長い期間が必要になる。スキャン数が増える程、またマルチスライス枚数が増える程、この息止め期間は長くなるので、図29に示したスキャンモードをどの患者にも適用できるという訳にはいかなかった。

【0012】さらに、この図29のスキャンモードにおいても、どの部位までスキャンできたか、目的とした部位は撮影完了したか否かなど、撮影の進捗状況を把握しておくことはトータルの被爆量低減の観点からも必要である。

【0013】本発明は、上述したようにマルチスライスCTでマルチスキャンを実施する場合に特有な問題を解決することを目的とする。具体的には、マルチスライスCTでマルチスキャンを実施する場合でも、撮影の進捗状況を容易に把握でき、かつ、スキャン間の待ち時間を短縮してトータルの撮影時間を抑えることができる放射線CTを提供することを、その目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本願の第1の発明に係る放射線CTは、被検体に対する放射線の1回のスキャンにより当該被検体の複数スライス列に対応した複数枚の画像の原データを同時に収集する工程と、前記複数スライス列の位置を変える工程とを交互に繰り返して所定のスキャン方向に前記スキャンを少なくとも2回実行するスキャン手段と、前記複数回のスキャンの相互間にその最新のスキャンにより収集された前記複数スライス列分の原データの一部を使って画像を生成する画像生成手段と、この生成した画像を次のスキャンが始まって新たな画像が生成されるまで表示する画像表示手段とを備えたことを特徴とする。

【0015】好適には、前記被検体のスキャン用ブラン画像を収集するブラン画像収集手段と、このブラン画像を表示するブラン画像表示手段と、この表示されたブラン画像を観察しながらスキャン用ブランを立てるスキャン用ブラン手段とを備えることである。例えば、前記スキャン用ブラン手段は、前記複数回のスキャン全部を網羅する前記複数列のスライス位置を前記ブラン画像

上に重畳表示する手段と、前記スキャン方向を指定する手段と、指定された前記スキャン方向に応じて前記一部の原データの使用位置を変える手段と、この使用位置に対応する前記複数列のスライス位置の内の一部の列を前記ブラン画像上で自動的にハイライト表示する手段とを含むことが好適である。また、前記スキャン用ブラン手段は、前記複数回のスキャン全部を網羅する前記複数列のスライス位置を前記ブラン画像上に重畳表示する手段と、前記画像を生成し且つ表示する位置をそのスライス位置から選択する手段と、その選択されたスライス位置を前記ブラン画面上で自動的にハイライト表示する手段とを含むようにしてもよい。

【0016】また、別の好適な例としては、前記画像表示手段により前記画像が表示される同一の画面に前記ブラン画像を参照像として同時に表示する参照像表示手段を備えていてもよい。この場合、前記参照像表示手段は、前記複数回のスキャン全部を網羅する前記複数列のスライス位置に対して前記スキャンが完了したスライス位置および前記画像表示手段により現在、表示されている画像のスライス位置を各別にハイライト表示する手段である。

【0017】また、第1の発明において、前記複数スライス列分の原データの内の前記一部の原データを除いた原データを前記複数回のスキャンが終了した後に画像として生成する画像後生成手段を備えることも好適な構成である。

【0018】さらに、第1の発明において、前記スキャン手段は前記放射線を受ける複数の検出素子列を有する検出器を備え、前記一部の原データはその検出器の複数の検出素子列により検出されたデータから成ることも好適な構成である。

【0019】また、上述した各構成の発明において、前記一部の原データは、前記スキャン方向における前記スキャン毎の先頭のスライス列の原データであってもよいし、前記スキャン方向における前記スキャン毎の先頭から順に収集される、前記複数スライス列よりは少ない複数のスライス列の原データであってもよい。

【0020】さらに、上述した各構成の発明において、前記複数回のスキャンの繰り返し周期の間に生成可能な前記画像数を演算する画像数演算手段を備え、前記画像生成手段は、前記原データの一部として前記画像数分の原データを用いて画像を生成する手段であり、前記画像表示手段は、前記画像数分の原データを用いて生成された画像を前記スキャン方向の先頭側のスライス位置から順に表示する手段であることも好適な構成の1つである。

【0021】被検体に対する放射線の1回のスキャンにより当該被検体の複数スライス列に対応した複数枚の画像の原データを同時に収集する工程と、前記複数スライス列の位置を変える工程とを交互に繰り返して所定のス

キャン方向に前記スキャンを少なくとも2回実行するスキャン手段と、前記複数回のスキャンの相互間にその最新のスキャンにより収集された前記複数スライス列分の原データの少なくとも一部を選択して束ねたデータから画像を生成する画像生成手段と、この画像を次のスキャンが始まって新たな画像が生成されるまで表示する画像表示手段とを備えたことを特徴とする。

【0022】この第2の発明においては、前記被検体のスキャン用ブラン用のブラン画像を収集するブラン画像収集手段と、このブラン画像を表示するブラン画像表示手段と、この表示されたブラン画像を観察しながらスキャンブランを立てるスキャンブラン手段とを備え、このスキャンブラン手段は、前記複数回のスキャン全部を網羅する前記複数列のスライス位置を前記ブラン画像上に重畳表示する手段と、前記束ねた画像を生成するためのスライス位置を指定する手段と、この指定されたスライス位置を前記ブラン画像上で自動的にハイライト表示する手段とを含むことが望ましい。例えば、前記少なくとも一部の原データは、前記スキャン毎の前記複数のスライス列の2列から全部の列の内の一つの態様である。

【0023】さらに、上記目的を達成するため、本願の第3の発明は、被検体に対する放射線の1回のスキャンにより当該被検体の複数スライス列に対応した複数枚の画像の原データを同時に収集する工程と、前記複数スライス列の位置を変える工程とを交互に繰り返して所定のスキャン方向に前記スキャンを少なくとも2回実行するスキャン手段と、前記複数回のスキャンの相互間にその最新のスキャンにより収集された前記複数スライス列分の原データからその複数スライス数よりも少ない数の画像を生成する画像生成手段と、この生成した画像を次のスキャンが始まって新たな画像が生成されるまで表示する画像表示手段とを備えたことを特徴とする。

【0024】このように、スキャン相互間において、その最新のスキャンにより収集された複数スライス列分の原データの一部から、または、それらの原データの一部あるいは全部を束ねたデータから画像が生成される。この画像は、かかる複数スライス数よりも少ない数の画像である。この画像を次のスキャンが始まって新たな画像が生成されるまで表示することで、スキャン（撮影）がどこまで進んだかを的確に把握できるとともに、スキャン相互の間隔を短縮でき、一連の複数回のスキャン（撮影）時間を短縮できる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る放射線CTの各種の実施形態を添付図面に基づき説明する。なお、この説明では、放射線CTとしてX線CTスキャナを挙げるが、本発明は必ずしもこれに限定されるものではなく、X線以外の放射線を用いたCTであっても同様に実施できる。

【0026】第1の実施形態

第1の実施形態に係るX線CTスキャナを図1～図10および図30に基づき説明する。

【0027】このX線CTスキャナは、以下に詳述するように、スキャンとその次のスキャンとの間の期間においては、複数スライス分の収集した生データの内、一部のスライスのみの生データを再構成して表示する、ことを特徴とする。

【0028】図1に示すX線CTスキャナは、ガントリ1、寝台2、制御キャビネット3、電源4、および各種のコントローラ31～33を備え、例えばR-R方式で駆動するようになっている。コントローラとしては、高電圧コントローラ31、架台コントローラ33、および寝台コントローラ32が備えられる。

【0029】ここで、図1、2に示す如く、寝台2の長手方向をスライス方向（または回転軸方向）Zとして、これに直交する2方向をチャンネル方向XおよびX線ビーム照射方向Yとしてそれぞれ定義する。

【0030】寝台2の上面には、その長手方向（スライス方向Z）にスライド可能に支持された状態で天板2aが配設されており、その天板2aの上面に被検体Pが載せられる。天板2aは、サーボモータにより代表される寝台駆動装置2bの駆動によって、ガントリ1の診断用開口部（図示せず）に進退可能に挿入される。寝台駆動装置2bには、寝台コントローラ32から駆動信号が供給される。寝台2はまた、天板2aの寝台長手方向の位置を電気信号で検出するエンコーダなどの位置検出器

（図示せず）を備え、この検出信号を寝台制御用の信号として寝台コントローラ32に送るようになっている。

【0031】ガントリ1は、図1および3に示す如く、その内部に略円筒状の回転フレーム9を有する。回転フレーム9の内側には上述の診断用開口部が位置する。また回転フレーム9には、上記診断用開口部に挿入された被検体Pを挟んで互いに対向するようにX線管10及びX線検出器11が設けられている。さらに、回転フレーム9の所定位置には、図3に模式的に示す如く、高電圧発生器21、プリコリメータ22、ポストコリメータ23、データ収集装置DAS24、および架台駆動装置25が備えられる。

【0032】この内、X線源として機能するX線管10は例えば回転陽極X線管の構造を成し、高電圧発生器21からフィラメントに電流を流すことによりフィラメントが加熱され、熱電子がターゲットに向かって放出される。この熱電子はターゲット面に衝突して実効焦点が形成され、ターゲット面の実効焦点の部位からX線ビーム（ファンビーム）が照射される。

【0033】高電圧発生器21には、低圧スリップリング26を介して電源装置4から低電圧電源が供給されるとともに、光信号伝送システム27を介して高電圧コントローラ31からX線照射の制御信号が与えられる。このため、高電圧発生器21は、供給される低電圧電源から

高電圧を生成するとともに、この高電圧から制御信号に応じた管電圧を生成し、これをX線管10に供給する。

【0034】またX線検出器11は、複数の検出チャンネルを有する検出素子列をスライス方向に複数列配した2次元検出器から成る(図1参照)。X線管10とX線検出器11は回転フレーム9の回転によってガントリ1内で、診断用開口部における軸方向の回転中心軸の周りに回転可能になっている。X線検出器11の各検出素子は、入射する透過X線をこれに相当する電流信号に変換するシンチレータおよびフォトダイオードの固体検出器構造を有する。この検出器11が検出した微弱電流信号はDAS24に送られる。

【0035】DAS24は、検出器11から送られてくる透過X線の検出信号としての微弱電流信号を増幅してA/D変換し、これを収集データとしてデータ伝送部28に送る。これを行うため、DAS24は、検出器11が2次元検出器であることを考慮して、図示しないが、「nチャンネル×f素子列」の検出信号(n, fは「1」より大きい正の整数)から列選択信号に応じてチャンネルごとに1列分の検出信号を選択するデータ選択部と、このデータ選択部により各々選択された検出信号を増幅したりA/D変換するデータ収集部とを備える。列選択信号は例えば後述するメインコントローラから与えられる。

【0036】データ伝送部28はガントリ1内の回転側と固定側の信号経路を接続するもので、ここでは一例として、非接触で信号伝送する光伝送システムが使用される。なお、このデータ伝送部28としてスリッパリングの構造を用いてもよい。このデータ伝送部28を介して取り出された透過X線のデジタル量の検出信号は制御キャビネット3の後述する補正ユニットに送られる。

【0037】一方、プリコリメータ22はX線管10と被検体Pとの間に、またポストコリメータ23は被検体PとX線検出器11との間にそれぞれ設けられる。プリコリメータ22は、例えばチャンネル方向Xに一定の幅で且つスライス方向Zには可変幅または固定幅のスリット状の開口を形成する。これにより、X線管10から曝射されたX線ビームのスライス方向Zの幅を絞って、例えばX線検出器11の検出素子列のトータルのスライス幅に対応した所望スライス幅のファンビームを形成する。ポストコリメータ23も同様に、チャンネル方向Xには一定幅でスライス方向Zに可変幅または固定幅のスリット状の開口を有する。ポストコリメータ23は、本実施形態では、プリコリメータ22によって絞られたX線ビームを更に細かく絞る補助的な絞り機能を担っている。

【0038】さらに、架台駆動装置25はガントリ1内の回転側要素全体を回転フレーム9を、その中心軸周りに回転させるモータおよびギア機構などを備える。この架台駆動装置25には、架台コントローラ33から駆動

信号が与えられる。

【0039】高電圧コントローラ31、寝台コントローラ32、および架台コントローラ33は、信号的にはガントリ1および寝台2と制御キャビネット3との間に介在し、後述するメインコントローラからの制御信号にตอบสนองして、それぞれが担当する負荷要素を駆動する。

【0040】制御キャビネット3は、システム全体を統括するメインコントローラ30のほか、メインコントローラ30にバスを介して接続された補正ユニット34、データ保存ユニット35、再構成ユニット36、表示プロセッサ37、ディスプレイ38、および入力器39とを備える。

【0041】補正ユニット34は、メインコントローラ30からの処理指令に応じて、DAS24から送られてくるデジタル量の収集データに、キャリブレーションなどの各種の補正処理を施す。この補正処理された収集データは、メインコントローラ30の書き込み指令によって、データ保存ユニット35に一旦格納・保存される。この保存データは、メインコントローラ30の所望タイミングでの読み出し指令に応じてデータ保存ユニット35から読み出され、再構成ユニット36に転送される。再構成ユニット36は、メインコントローラ30の管理下において、再構成用の収集データが転送されたきた段階で、例えばコンボリューションバックプロジェクション法に基づきスライス毎の再構成処理を行い、断層像を生成する。

【0042】この断層像データは、メインコントローラ30の制御の元、必要に応じてデータ保存ユニット35に保存される一方、表示プロセッサ37に送られる。表示プロセッサ37は、断層像データにカラー化処理、アノテーションデータやスキャン情報の重畳処理などの必要な処理を行い、ディスプレイ38に供給する。ディスプレイ38により画像データがD/A変換され、断層像として表示される。入力器39は、スキャン条件(検出器の検出素子列の数及びその位置、スキャン部位及び位置、スライス厚、X線管電圧及び電流、被検体に対するスキャン方向などを含む)などの指令をメインコントローラ30に与えるために使用される。

【0043】この実施形態に係る再構成および表示の制御を中心に、その作用および効果を説明する。

【0044】いま、図4(a)または(b)に示す如く、スキャン方向1またはスキャン方向2に沿ってマルチスキャンが実施されるものとする。ここで、「スキャン方向」は、スライス方向Zにおいてマルチスキャンを進める方向と定義される。つまり、マルチスキャンを天板を移動させながら行う場合には、このスキャン方向=天板の移動方向の逆方向となる。

【0045】すなわち、同図(a)に示すマルチスキャンの場合、一例として、被検体としての患者の体軸方向の足部から頭部に向かう方向(スキャン方向1と呼ぶ)



に3回のマルチスキャンA、B、Cをこの順に行う。これに対し、同図(b)に示すマルチスキャンの場合、体軸方向の頭部から足部に向かう方向(スキャン方向2と呼ぶ)に3回のマルチスキャンC、B、Aをこの順に行う。各回のマルチスキャンは、一例として、5枚のスライスを同時にスキャンするもので、各マルチスキャンにおいて足部から頭部に向かう5枚のスライスに番号1、2、3、4、5をこの順に付すものとする。

【0046】このX線CTスキャナがスキャン方向1または2にマルチスキャンを行って得られるDAS24からの収集データ(生データ)は、補正ユニット34でキャリブレーションなどの補正に付された後、スキャンA、B、C毎に異なるファイルに作成され、図30に示すフォーマットで一度、データ保存ユニット35に保存される。つまり、1スキャン分のデータファイルは、5列の検出素子列の列毎に対応して作成された5枚のスライス分の生データから成る。

【0047】メインコントローラ30は、所定のメインプログラムを実施する中で図5、6に示すフローチャートの処理を適宜実行し、スキャンを制御する。このスキャン制御には、本発明の特徴である撮影中(厳密には、スキャンとスキャンの間の期間)に行う再構成及び表示の制御も含まれる。以下の、この制御を説明する。

【0048】メインコントローラ30は、撮影を開始するとき、図5に示す処理の実行に入り、スキャン像の収集および表示に関連するユニットおよびコントローラに指令する(図5、ステップS1)。このスキャン像は、スキャンプランを立てるための画像として採用されているが、MIP(最大値投影)像、ボリュームレンダリング像、サーフェイスレンダリング像など、他の画像を用いてもよい。収集されたスキャナ像の画像データは、表示プロセッサ37を介して図7に示す如くスキャナ像SNとしてディスプレイ38に表示される。

【0049】メインコントローラ30は、さらに、オペレータが表示されたスキャン像SNを見ながら入力器39を介して指令した情報を受けてスキャンプランを立てる(ステップS2)。スキャンプランはオペレータとの間でインタラクティブに実行される。

【0050】つまり、このスキャンプランの処理においては、管電圧、管電流、スライス厚さ、スライス枚数/スキャン、スキャン数などの、スキャン方向を除くスキャン条件をオペレータから受け、この情報を記憶する(ステップS2a、図7参照)。具体的には、図7に示す如く、画面上では、スキャナ像SNの横にテーブルTとして用意されているデータの中から適宜に選択することでスキャン条件を指定できるようになっている。

【0051】次いで、メインコントローラ30はスキャン方向の指定を受け、それを記憶する(ステップS2b)。オペレータは、図7に示す如く、ディスプレイ38の画面上においてスキャンプラン用のスキャナ像SN

の下側に表示されているボタンDLBTをクリックすることでスキャン方向を1または2に指定することができる。このスキャン方向1、2は図4(a)、(b)で定義された方向を用いている。スキャン方向を指定することで、後述するように、どのスライス位置の画像を撮影中に再構成させるかが自動的に決められる。

【0052】次いで、このように入力したスキャンプラン情報に基づき、撮影全体にわたる全スライス位置を縦線LSで個々に表し、この縦線LSをスキャナ像SN上に重畳表示させる(ステップS2c、図7参照)。

【0053】次いで、重畳表示された全スライス位置の内、撮影の進捗状況を示すために必須の表示画像を呈するスライス位置が、スキャン方向に基づき自動的に決められる(ステップS2d)。例えばスキャン方向=1の場合(図4(a)参照)、3回のスキャンA、B、C内の先頭位置のスライスA5、B5、C5が表示画像を呈するスライス位置と決められる。反対に、スキャン方向=2の場合(図4(b)参照)、3回のスキャンC、B、A内の先頭位置のスライスC1、B1、A1が表示画像を呈するスライス位置と決められる。

【0054】このように決められたスライスA5、B5、C5、または、C1、B1、A1は、スキャン画像SNの縦線位置を自動的にハイライト表示して示される(ステップS2e)。スキャン方向=1の場合、図7に示すように、A5、B5、C5のスライス位置が太枠BFで囲ってハイライト表示される。これにより、どのスライスが撮影途中に表示されるか、オペレータはスキャンプラン中のスキャナ像SNで明確に認識および確認できる。なお、このハイライト表示の態様は太枠BFで囲むものに限定されることがなく、輝度や色相を変えるなど、適宜な態様で実施可能である。

【0055】スキャンプランが完了すると、メインコントローラ30はその処理をステップS3に移行させる。ステップS3にて、指定されているスキャン方向がスキャン方向1なのか、または、スキャン方向2なのかを判断する。この判断の結果、スキャン方向=1の場合、ステップS4~S7の処理が実行され、反対にスキャン方向=2の場合、ステップS4'~S7'の処理が実行される。

【0056】つまり、スキャン方向=1の場合、まず、高電圧コントローラ21、架台コントローラ33、および補正ユニット34に必要なスキャン条件を指示することで、マルチスライスCTのマルチスキャンが適宜な動作タイミングを計りながら指令される(ステップS4)。この結果、各コントローラおよびユニットの動作により、マルチスキャンA、B、Cの内の最初のスキャンAが実行される(図8参照)。

【0057】次いで、スキャン方向=1に応じて、スキャンとスキャンとの間の時間(スキャン間時間Tint：図8参照)に再構成するスライスおよび表示するスライ

スを指令する(ステップS5)。この指令処理は具体的には図6(a)に示すサブプログラムで表される。

【0058】この処理を詳述する。このサブプログラムに入ると、メインコントローラ30は最初に、各スキャンで収集した5枚のスライス1~5の補正後の生データの内、所定スライスの生データの再構成を指令する。つまり、再構成ユニット36に5列目のスライスA5の再構成を指示する。これにより、再構成ユニット36は、指定された1枚または複数枚のスライス分の再構成をスキャン間時間 $T_{int}$ の待機期間に行う(図8(a)参照)。

【0059】さらに、表示プロセッサ37に、撮影の進捗状況を示すスライス位置の画像の表示を指令する。このスキャン方向=1の場合、各回のスキャンで常に先頭である5列目のスライスの画像の表示が指令される。最初のスキャンAである場合、A5がその表示対象である。この結果、表示プロセッサ37は5列目のスライス画像(例えばA5)のみを、次のスキャンが終わって新たな5列目の画像(例えばB5)が再構成されるまでディスプレイ38の画面に表示し続ける(図8(a)参照)。

【0060】この表示例を図9に示す。画面左側に撮影の進捗状況を示す指定スライス(例えばA5のスライス)の断層画像 $I_{Mpro}$ が表示され、その右側に参照像RF(スキャンプランに供したスキャン像SN)が縮小されて同時に表示される。このとき、観察者が撮影の進捗状況をより迅速に認識できるように各種の補助情報も合わせて表示される。この補助情報は表示プロセッサ38により実行される。例えば、画像 $I_{Mpro}$ にはその画像を収集したスライス位置を示す記号、例えば「A5」が右上隅に重畳表示される。これにより、参照像RF上のスライス位置との対応が明確になる。

【0061】また、参照像RFでは、スキャンが終わったスライス位置、例えば最初のスキャンAのスライス1~5が斜線OCでハイライト表示されるとともに、その内の表示画像 $I_{Mpro}$ を提供しているスライスA5には太枠BFも合わせて表示される。このため、スキャンAのスライス位置の1~5のスキャンが終わって、且つ、その内の先頭のスライスA5が現在表示されていることが分かる。残りの縦線LSのみのスライス位置(スキャンB、C)は未だスキャンされていないことが一目瞭然になる。

【0062】このように各スキャン毎の再構成指令および表示指令の処理が終わると、メインプログラムはその処理を図5のステップS6に戻す。ステップS6では、予めスキャン条件の一部として与えたスキャン数=3を参照し、全スキャンの終了か否かを判断する。この判断でNOの場合、ステップS7に移行し、寝台コントローラ32に1回のスキャンのトータルスライス厚さ分の天板移動を指令する。これにより、天板2aは所定時間 $T$

int を掛けて、そのスライス厚さ分だけスライス方向=1とは反対の方向に移動させられる。

【0063】その後、処理はステップS4に戻され、上述した処理が繰り返される。この繰り返しの中で、ステップS6にてYESと判断されたときには、ステップS8にて残りのスライスの画像再構成を再構成ユニット36に指令する。例えば、スライス方向=1の場合、図8(a)に示すように、残りのスライスとしてA4~A1、B4~B1、およびC4~C1が指定され、再構成される。再構成画像のデータはデータ保存ユニット35に格納される。

【0064】次いで、メインコントローラ30は、再構成ユニット36から残りのスライスに対する再構成の完了通知を受けたときに、再構成完了を告知する情報を、一例として図10に示す如く表示する。同図に示す情報は、文字による完了通知のメッセージであるが、画面のフラッシュやバックグラウンドの色相変更で、かかる通知を行ってもよい。この告知情報の表示の後、オペレータは全部の画像を端のスライスの画像から順にめくって表示したり、3D変換処理に移行することができ、かかる告知情報の表示により、後処理へのスムーズな移行が可能になる。

【0065】一方、図5のステップS3の処理にてスキャン方向=2の判断が下された場合、図4(b)に示す如く、スキャン方向の先頭になるのはスライスC1、B1、A1である。このため、その後の処理ステップS4'~S7'では、前述したと同様のマルチスキャン処理が実行されるとともに、その中で、スライスA5、B5、C5に代えて、スライスC1、B1、A1に対して撮影中の再構成および表示処理が同様に実施される(図6(b)参照)。

【0066】このように、この第1の実施形態によれば、マルチスキャンによるスキャンA~Cが終わるまでの間に相当する撮影中にあっては、常にスキャン時の先頭のスライスの画像が表示される。これはスキャン方向を変更した場合でも同じである。したがって、オペレータは現在、どの部位までスキャン完了しているかを逐一把握することができるので、必要に応じてスキャンの中止をタイムリに指令することができる。これにより、余分な放射線被曝を回避できる。また、撮影中には全スライス列の再構成および表示はしなくて済むので、計画した一連のスキャン(撮影)を短期間に終えることができ、患者の拘束時間も短く、患者スループットを上げることができる。残りのスライスの画像は撮影後に(最後のスキャンが終わった後に)行うので、患者の入れ替えや次の撮影の準備作業の合間を利用でき、効率化が図られる。

【0067】なお、参照像に再構成の進捗状況を表すマーカーなどを表示するように、表示プロセッサ37および再構成ユニット36を構成してもよい。

### 【0068】第2の実施形態

本発明の第2の実施形態を図11～13に基づき説明する。

【0069】この実施形態で実施するX線CTスキャナは、撮影中に行う再構成処理を1スキャン当たり複数枚行うことが可能なことを特徴とする。第1の実施形態の場合、この再構成処理は先頭のスライス1枚のみであったが、これを最低でも1枚、通常、複数枚、再構成可能な点が相違し、再構成処理のトータルの効率化を図ることを特徴とする。ただし、撮影中に表示するスライスはスキャン方向の先頭の列のみとする。

【0070】このX線CTスキャナのハード構成は第1の実施形態のものと同一または同等である。ただし、メインコントローラ30は撮影開始と共にステップ図11、12の処理を実行する。

【0071】この図11、12の処理は、前述した図5、6の処理とその大半が同一であるが、下記の点が相違している。つまり、図11の処理においてステップS2とS3との間にステップS2xの処理を新たに置き、これに対応してステップS5で実施する処理を図12のように変更してある。

【0072】図11の処理において、スキャンプランが完了すると、メインコントローラ30はその処理をステップS2xに移行させる。このステップS2xでは、スキャンが繰り返される周期であるスキャンサイクル時間T<sub>cyc1</sub>において再構成可能な画像数nを演算する。仮に、スキャンサイクル時間T<sub>cyc1</sub>が2秒で、再構成時間が0.6秒であれば、再構成ユニット36は、3枚の画像再構成を各回のスキャン終了から次のスキャンの終了までの間に実行することができる。

【0073】この画像数nは、後述するようにスキャン間時間T<sub>int</sub>の間に無駄な時間を作らず、可能な限り多くのスライスの画像を再構成しておこうとする趣旨で演算される。この画像数nには当然に、撮影の進捗状況を示すために必須の表示画像を呈するスライスの再構成画像も含まれる。この画像nで指定されないスライス分の画像は撮影後に順次、再構成される。

【0074】一方、これに対応して、スキャン方向=1に関する図12(a)に示すサブプログラムに入ると、メインコントローラ30は最初に、各スキャンで収集した5枚のスライス1～5の補正後の生データの内、所定スライスの生データの再構成を指令する(ステップ5c)。つまり、再構成ユニット36に「5」、…、「5-n+2」、「5-n+1」のスライス順に再構成するように指示する。nは前述のステップS2xで演算された画像数である。仮に、n=3だとすると、スライス5、4、3の順に、すなわちスキャンAのときであれば、A5、A4、A3の3スライス分の画像再構成が指令される。n=1のときは、例えばA5の1スライス分の画像再構成が指令される。これにより、再構成ユニッ

ト36は、指定された1または複数のスライス分の再構成を、各回のスキャン後のスキャンサイクル時間内に行う(図13(a)参照)。なお、図13はn=3の場合を示してある。

【0075】次いで、メインコントローラ30は表示プロセッサ37にスキャン方向の先頭のスライスの再構成画像を表示するように指令する(ステップS5d)。これにより、図13(a)示す如く、スキャン方向=1のときには最初のスキャンA後にスライスA5の再構成画像が表示される。

【0076】図11のステップS4～S7はスキャン数分繰り返して実行されるので、スキャン、再構成、表示、および天板移動のタイミングは図13(a)に示すようになる。そして、図11のステップS8にて、一連のスキャン(撮影)後に、撮影中には再構成していなかった残りのスライス、例えば図13(a)に示すように、n=3のときにはA2、A1、B2、B1、C2、C1のスライスに対する画像再構成が実行される。

【0077】図11のステップS3の処理にてスキャン方向=2と判断されたときにも、図11のステップS4'～S7'、図12(b)のステップS5c'、S5d'、および図13(b)に示す如く、撮影中には、例えば3枚のスライスが再構成され、その内の先頭スライス(1列目)の再構成画像が表示される。そして、残りのスライスの画像は撮影後に順次再構成される。

【0078】これにより、スキャンとスキャンとの間に(厳密には、再構成ユニットが撮影中に動作可能な各スキャン後のスキャンサイクル時間に相当する時間帯に)、1枚のスライスのみならず、複数枚のスライスの画像再構成を可能にしたため、第1の実施形態と比べて、一連のスキャン終了後に行う残りスライスに要する再構成時間を短縮でき、トータルとしても再構成処理を無駄時間無く実施できる。その結果、画像観察までを含めた検査時間全体を短縮できるという効果がある。

【0079】第1および第2の実施形態の変形例  
上述した第1および第2の実施形態に係るX線CTに適用される2つの変形例を図14および図15を参照して説明する。

### 【0080】変形例(その1)

図14に示す変形例は撮影の進捗状況を示すための画像の表示方法に関する。表示プロセッサ37は、表示用に指定された先頭スライスの画像再構成が終わると、この画像それぞれの表示ウインドウを別にして表示するように処理する。これにより、例えば、スキャン方向=2のときに、スキャンがC、Bと進んできた場合、最初のスライスC1の画像I<sub>Mpro-1</sub>は1つのウインドウWD1に表示され、その次のスライスB1の画像I<sub>Mpro-2</sub>は別のウインドウWD2に表示される。ウインドウ同士は重畳されるが、時系列の状態を目視できるように端の部分を見せて表示される。時系列的に最新の、最も手前の

画像（図14の場合にはスライスB1の画像1Mpro-2）が表示画像となり、この画像のスライス位置B1が参照像RF中でハイライト表示される。

【0081】これにより、スキャンが進むにつれて画像1Mproの増えていく様子が視覚的に表されるので、スキャンの進捗状況の把握がより容易化される。

【0082】なお再構成完了後の一連の再構成像を図14の形態で表示すると、画像を感覚的と選択することができ、操作性の向上に寄与可能になる。

#### 【0083】変形例（その2）

図15に示す変形例は、撮影中に再構成および表示するスライス位置の指定の他の形態に関する。第1および第2の実施形態では、オペレータが所望のスキャン方向を指定することにより、再構成および表示するスライス位置を指定できるようになっていたが、本変形例はこれを生データの保存フォーマットをスキャン方向に応じて変更することと達成しようとするものである。

【0084】データ保存ユニット34は、補正ユニット34から出力される補正後の生データを読み込んでメモリに格納する。このときに、データ保存ユニット34はメインコントローラ30から指令されるスキャン方向に応じて、生データの保存フォーマットを変更する。具体的には、スキャン方向=1のときに、例えばスキャンAに対しては指定アドレスにスライスA1、A2、…、A5の順に保存する。スキャン方向=2のときには、今の例で言えば、スライスA5、A4、…、A1の順に保存する。そして、第1の実施形態に対応する変形例としては、最後に保存したA5（スキャン方向=1のとき）、または、A1（スキャン方向=2のとき）を再構成および表示のスライス列の生データであると判定する。第2の実施形態に対しては、最後のスライス列から溯ってn列を再構成処理の対象にし、且つ、最後のスライス列を表示の対象にする。

【0085】このように保存フォーマットをスキャン方向に変えることで、メインコントローラの再構成および表示指令に要する演算負荷を軽くできる。

#### 【0086】第3の実施形態

本発明の第3の実施形態を図16～19に基づき説明する。

【0087】この実施形態で実施するX線CTスキャナは、撮影中に行う再構成および表示の処理を、複数のスライス列の生データ（すなわち、複数の検出器列により検出された投影データ）を束ねたデータに対して行うことを特徴とする。

【0088】メインコントローラ30は撮影開始と共にステップ図16、17の処理を実行する。図16の処理は、前述した図5記載のものに比べて、ステップS2のスキャンプランの立て方、ステップS5、S5'での再構成および表示の指令内容、およびステップS8でのスライスの再構成指令の処理内容がそれぞれ異なる。メイ

ンコントローラ30は、図16のステップS2において、全スライス位置をスキャナ像SN上に重畳表示した（ステップS2c）後、ステップS2f～S2hの処理を順次行う。

【0089】メインコントローラ30は、ステップS2fで、複数のスライスの生データの束ね処理がオペレータから指定されているか否かを判断する。オペレータは撮影中の再構成および表示の画像が、束ね処理した画像である方が適切であると判断したときに、図18に示す画面上の束ね指定ウインドウの所望スライス位置をクリックする。このため、メインコントローラ30はこのクリック状況を判断して束ね指定有りか否かを判断する。

【0090】次いで、ステップS2gにて、このクリック内容から束ね対象のスライス位置を確定する。いま、図18に示すように、スキャン方向=1であり且つ束ね指定スライスが先頭側の第4列、第5列の2列であるとする。この後、ステップS2hにて、指定した束ねスライス位置=4、5をハイライト表示する（図18参照）。このハイライト表示は、束ね指定ウインドウの個々のスライス位置のみならず、スキャンプラン中のスキャナ像SN上の横断的な束ね位置を、例えば細長い枠で囲むなどの態様で実行される。

【0091】このスキャンプランが終わると、メインコントローラ30はスキャン方向の違いに応じて、個々に、撮影並びにその最中の再構成および表示の指令を行う。この中で、再構成および表示の指令はステップS5またはS5'は図17（a）または（b）の態様で実施される。

【0092】つまり、メインコントローラ30は再構成ユニット36に対して生データの束ね処理を指令する（図17（a）、ステップS5e）。これにより、再構成ユニット36では、スキャン方向=1の場合、束ね処理指定された第4列および第5列のスライスの生データが画素毎に平均され、1フレームの生データが生成される。次いで、この生データが再構成されて1枚の画像データに変換される（ステップS5f）。この結果、スキャンAの例で言えば、第4列A4および第5列A5の生データが束ねられ、1枚の再構成画像が生成される。次いで、この再構成画像の表示が表示プロセッサ37に指令される（ステップS5g）。

【0093】この束ねから表示までの処理タイミングの例を図19に示す。同図は、スキャン方向=1であり且つ束ね指定スライスが先頭側の第4列、第5列の2列の場合である。

【0094】この結果、撮影中にその進捗状況を示すための表示される画像は、上述のように例えば第4列および第5列の2スライスを束ねて生成された画像である。つまり、1スキャンのスライス方向範囲内で、1つの検出器列よりも広い範囲から収集した生データに基づく表示画像となる。したがって、進捗状況を示す画像のSN

比が向上し、画像を観察し易くなるという効果を得ることができる。

【0095】そして、一連のスキャン（撮影）終了後に行う画像再構成指令の処理は、今度は束ねないで、個々のスライスについて再構成を実行する（ステップS8、図19参照）。

【0096】スキャン方向=2である場合も、図16のステップS4'～S7'（図17（b）の各ステップ）によって同様に処理される。

【0097】なお、この束ね処理の対象となるスライスは上述した2本に限定されるものではなく、1回のスキャンで得られるスライス数の内の複数本であればよく、例えば、図20に示す如く、5本のスライス全部を束ねて再構成および表示するようにしてもよい。この場合、撮影後にはスライス全部に対して個々に再構成処理を実施すればよい。このように全部のスライス列を束ねた（まとめた）1枚の画像を生成するモードを持つことで、画像ノイズはさらに向上し、一方で、1スキャンの平均的な画像を撮影中に観察できるので、撮影中の表示画像の連続性が向上し、これにより検査部位の3次元的な構造をよりイメージし易くなり、操作性が向上する。なお、このように撮影中に再構成した、全スライス列を束ねて生成したスキャン毎の画像のデータはデータ保存ユニットに保存して、その後の読影に利用するようにしてもよい。

【0098】なお、この図20記載の束ね処理後の再構成を行うに際し、ビュー数を例えば1000から500に減らして再構成を行ったり、1フレーム当たりのマトリクスサイズを例えば512×512から256×256に減らして再構成するなど、再構成を簡素化する手法を適用してもよい。

#### 【0099】第4の実施形態

本発明の第4の実施形態に係るX線CTスキャナを図21～25に基づき説明する。

【0100】このX線CTスキャナの特徴は、撮影中の再構成して表示する画像数にある。前述までの実施形態は、撮影中には各スキャンの先頭列の1画像のみを再構成して表示する手法であるのに対し、この実施形態は複数枚の画像を再構成し表示する手法に基づいている。

【0101】このX線スキャナのハード構成自体は、上記各実施形態のものと同一または同等である。とくに、メインコントローラ30は、そのメインプログラムの中で図21、22に示す処理を実施するように構成されている。図21の処理は、図5に示した処理と比べて、ステップS2およびステップS5、S5'の処理が異なる。

【0102】メインコントローラ30は、スキャンプランを示すステップS2の処理において、全スライス位置を示すラインLSをスキャン像SNに重畳表示した後（ステップS2c）、ステップS2i、S2jの処理を

実行する。ステップS2iでは、撮影中にてスキャンサイクル毎に再構成および表示する複数のスライス列を入力する。オペレータは図23に示す如くスキャンプランの画面右隅に設定されている「再構成・表示指定」のウインドウをマウスやカーソルでクリックして、かかる指定を行う。同図の状態はスキャン方向=1にて第4列および第5列のスライス列を指定した状態を例示している。

【0103】なお、この複数のスライス列の指定方法は、上述した方法のほか、スキャンプラン中のスキャン像SNにおいて直接、見たいスライス位置を指定するなど、どのような指定法であってもよい。

【0104】次いで、ステップS2jでは、この指定されたスライス列を自動的にハイライト表示する。まず、「再構成・表示指定」のウインドウにて指定されたスライス列がハイライト表示されると、これに連動してスキャンプラン中のスキャン像SNの対応するスライス列にもハイライト表示される。これにより、オペレータにとって指定スライス位置の確認が感覚的で容易になる。

【0105】そして、メインコントローラ30はスキャン方向毎のスキャン指令および撮影中の再構成、表示の指令をスキャン毎に指令する（ステップS3、S4～S7、S4'～S7'）。とくに、ステップS5、S5'ではスキャン方向毎の再構成および表示の指令が図6（a）、（b）に示す如く下される。

【0106】スキャン方向=1の場合、メインコントローラ30は再構成ユニット36に、指定された複数のスライス列の内、列番号の小さい順番で再構成を指令し（ステップS5e）、次いで、その再構成順に表示する指令を表示プロセッサ37に送る（ステップS5f）。例えばスキャン方向=1であり、指定された複数のスライス列が第4列、第5列である場合、図24に示す如く、スキャンAについてはスライス列A4、A5の順に再構成され、再構成された順に表示される。

【0107】一方、スキャン方向=2の場合、メインコントローラ30は再構成ユニット36に、指定された複数のスライス列の内、列番号の大きい順番で再構成を指令し（ステップS5e'）、次いで、その再構成順に表示する指令を表示プロセッサ37に送る（ステップS5f'）。

【0108】表示プロセッサ37は、撮影中に、指令された再構成画像をディスプレイ38に表示する。好ましくは、図25に示す如く、同一画面上にスキャン毎の複数のスライス列、例えばB4、B5が分割表示される。この画面にはスキャン進捗状況および現在表示されている画像をハイライト表示した参照像RFも同時に表示される。

【0109】そして、一連のスキャン（撮影）が完了すると、撮影中に再構成されていない残りのスライスの再構成が順次、スライス毎に実行される（図21、ステッ

ブS8)。

【0110】なお、図26には、上述の処理によって制御されるスキャン方向=2且つ指定する複数のスライス列=第5列、第3列、第1列の場合を示す。

【0111】これにより、撮影中に、スキャン毎に複数枚の画像をスキャン進行と並行して観察できるので、スキャン毎に1枚の画像のみ観察する場合よりも、被検体の検査部位内部の構造をより立体的にイメージできるようになる。つまり、スライス全部を順次表示していた従来法よりは撮影時間全体を短縮することと、スキャンの進捗状況に関する検査部位情報の豊富化して、かかる立体的な把握を容易にすることとの両者を両立させることができる。このため、誤ってスキャンを中止してしまったり、目標としていた部位を通り越してしまったり、不要なX線被曝をもたらすという勘違いも確実に防止可能になる。

【0112】この実施形態では5列の検出器列を有するマルチスライスCTを例示しているが、例えば50列、100列といった、もっと多数の検出器列を有するCTの場合、1スキャンで非常に広い範囲をスキャンすることになる。したがって、本実施形態のように複数のスライス列を撮影中に再構成し表示することが、スキャンの進捗状況の把握の点から重要になる。

#### 【0113】第4の実施形態の変形例

上述した第4の実施形態を更に次のように変形して実施してもよい。

#### 【0114】変形例(その1)

この変形例は、ディスプレイ38の画面表示に関する。表示プロセッサ37は、図27に示す如く、撮影の進捗状況を示すために指定されたスライスの画像のみならず、全画像を例えばスキャン毎に表示するように処理する。撮影中には、例えばB4、B5のスライスのみが再構成されるので、このスライスの画像が画面上の所定表示スペースに順に表示される。このとき、残りのスライスB1～B3の表示スペースはブランクのまま残しておく(同図中の白紙枠の部分)。撮影中は、スキャンがBから例えばCに変わると、表示画面もスキャンCの画面に切り替わり、例えばC4、C5のスライスの画像が順に表示される。このとき、C1～C3の表示スペースはブランクで表示される。

【0115】そして、前述したように、全部のスキャンが完了すると、今度は撮影中に再構成されなかったスライスの画像が順に再構成開始される。このとき、最初のスキャンAに対しては、A1～A3がブランクで、A4、A5が既に再構成した画像で表示される。そして、残りのスライスA1～A3の再構成が進むにつれてA1、A2、A3と順に再構成してブランク状態であった部位に表示する。スキャンB、Cに対しても同様である。この処理は表示プロセッサ37に実行させる。

【0116】これにより、撮影中およびその後の処理に

おいて、どの画像を再構成、表示しているか、より容易に且つ感覚的に捕らえることができ、オペレータの勘違いなどの防止に威力を発揮できる。

#### 【0117】変形例(その2)

また別の変形例は、撮影中の再構成および表示の指定に関する。第4の実施形態では、かかる指定は複数のスライス列の番号のみについて行っていたが、その順番をも併せて指定するように構成する。これはメインコントローラ30が図21のステップS2jでスライス列の指定情報を入力する際、オペレータからその順番をも指定を受けるようにすればよい。

【0118】これにより、オペレータにとっての表示の自由度が増やすことができる。したがって、意図した検査に最適な表示法を選択する幅が広がり、より適切なスキャンの実施が可能になる。

#### 【0119】第3および第4の実施形態の変形例

第3および第4の実施形態に対する変形例として、この両方の形態を組み合わせる実施できる。これにより、撮影中に、1回のスキャンに対して複数の束ねた画像を表示できる。例えば、スキャンAに対して、 $A2 + A3$ と、 $A4 + A5$ の2つの束ね画像を順に表示する。

【0120】この結果、オペレータは被検体内部の構造をより立体的にイメージできるようになり、且つ、束ね処理によりノイズを抑制して観察性を向上させることができる。

#### 【0121】第1～第4の実施形態の変形例

第1から第4の実施形態に共通の変形例として更に各種のものを提案できる。

#### 【0122】変形例(その1)

1つの変形例は、検出器の列数に関する。上述した実施形態では、1スキャンに2次元検出器の全ての列を使用するものと説明したが、検出器の一部の列のみを各スキャン毎に使用するように構成してもよい。これはコリメータで調整してもよいし、DSAの収集処理で行ってもよい。このように、使用する検出器列を限定できるモードを設定することにより、コーン角度をより小さく抑えることができるので、再構成された画質を向上させることができる。

#### 【0123】変形例(その2)

別の変形例は再構成法に関する。本発明に適用できる再構成法は、フィルタードバックプロジェクション法に限定されるものではなく、Z軸方向のビームの傾き(コーン角度)を考慮した再構成法を用いてもよい。例えば、Feldkampらにより提案されている、いわゆるフェルドカンブ(Feldkamp)再構成法であってもよい。このフェルドカンブ再構成法は、ガントリの回転軸方向に対するX線ビームの照射角度を考慮し、かつ、収集データをその収集経路に応じてバックプロジェクションすることで再構成する演算法である。この再構成法を用いるときには、前記各実施形態において「表示するスライス列」



を「表示する画像の位置」と読み替えるものとする。この場合、画像の厚みも指定できる。

【0124】これにより、とくに、検出器列が多いことに因り、コーン角度が大きくなるスライス位置で再構成する画像の画質が向上するという利点がある。

#### 【0125】変形例（その3）

さらに別の変形例は、検査部位の数に関する。本発明に適用できる検査部位の数は連続した1つ部位に限る必要はない。例えば図28に示すように、スキャン方向1またはスキャン方向2にスキャンされる、スキャン領域A、Bから成る1つの部位と、スキャンCから成る別の部位との不連続な2つの検査部位であってもよい。このような複数部位のスキャンは、1つのスキャンプランに組み込まれるもので、メインコントローラ30の制御の下に、高電圧コントローラ31、寝台コントローラ32および架台コントローラ33などが共同してX線照射、X線管および検出器の回転、天板移動などの制御を行うことで達成される。

【0126】これにより、どのようなスキャンモードであっても、スキャン方向に向かって常に先頭の画像又は一部のスライスを束ね処理した画像を観察でき、操作性が向上する。

#### 【0127】変形例（その4）

さらに、前述した各実施形態において、撮影の進捗状況を示すために行う画像再構成は、ビュー数を例えば1000から500に減らして再構成を行ったり、1フレーム当たりのマトリクスサイズを例えば512×512から256×256に減らして再構成するなど、再構成を簡素化する手法を適用してもよい。

#### 【0128】その他の変形例

前述した第1～第4の実施形態に係るそのほかの変形例としても種々の形態が可能である。検出器の検出器列数は前述した5個の限定されることなく、2列以上の2次元検出器を有する放射線CT全てに本発明は適用される。

【0129】また、一連のスキャン（撮影）として3回のスキャンA、B、Cを挙げたが、このスキャン数もこの限りではない。2回以上のスキャンを一連のスキャン（撮影）として扱うスキャンモード全てに実施できる。

【0130】さらに、ガントリをチルトさせる構造の放射線CTに本発明を実施できる。すなわち、上述各種の実施形態および変形例に係るマルチスキャンは、X線ビームのスライス方向中心位置を通る面が天板2aに対して直立するようにガントリを制御する場合に限定されず、ガントリをチルトさせる構造であっても好適に実施できる。

【0131】なお、本発明の要旨は上述した実施形態や変形例に限定されるものではなく、当業者であれば、本発明の基本原理の範囲内で更に適宜に組み合わせ、変更、変形することが可能であり、それらも特許請求の範

囲記載の発明と範囲として捉えることができる。

#### 【0132】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の放射線CTによれば、マルチスライスでマルチスキャンを実施する場合、複数回のスキャンの相互間にその最新のスキャンにより収集された複数スライス列分の原データの一部、または、それらの原データの一部あるいは全部を束ねたデータから画像が生成され（この画像は、かかる複数スライス数よりも少ない数の画像である）、この画像を次のスキャンが始まって新たな画像が生成されるまで表示することで、スキャン（撮影）がどこまで進んだか、その進捗状況を的確に把握でき、必要に応じて撮影を中止して無用な被曝を回避し、且つ、スキャン相互の間隔を短縮できて、一連の複数回のスキャン（撮影）時間を短縮できる。

【0133】また、スキャンプランにおける進捗状況を示すためのスライス位置をハイライト表示したり、スキャンプランに供した参照像を撮影中に表示する構成にしているため、オペレータに対する操作の容易化、操作労力の軽減などを図ることができ、強いては患者スループットの向上に寄与可能な、X線CTスキナなどの放射線CTを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係るX線CTスキナのガントリの概念を示す図。

【図2】X線CTスキナのガントリと寝台、およびX線ビームの位置関係を示す概要図。

【図3】X線CTスキナの概略構成を示すブロック図。

【図4】スキャン方向の違いとスライス位置との関係を説明する図。

【図5】第1の実施形態においてメインコントローラにより実行される撮影指示に関する処理の概要を示すフローチャート。

【図6】図5の処理の中で実行される再構成および表示の指令に関するサブプログラムの概要を示すフローチャート。

【図7】スキャンプラン中の表示画面の一状態を示す図。

【図8】第1の実施形態におけるスキャン、再構成、表示、および天板移動の動作タイミングの一例を示す図。

【図9】撮影中の表示画面の一状態を示す図。

【図10】撮影後における再構成完了のメッセージを表示した画面の例を示す図。

【図11】第2の実施形態においてメインコントローラにより実行される撮影指示に関する処理の概要を示すフローチャート。

【図12】図11の処理の中で実行される再構成および表示の指令に関するサブプログラムの概要を示すフローチャート。

【図13】第2の実施形態におけるスキャン、再構成、表示、および天板移動の動作タイミングの一例を示す図。

【図14】第1および第2の実施形態に係る1つの変形例を説明する表示画面の図。

【図15】第1および第2の実施形態に係る別の変形例を説明する生データの保存フォーマットの図。

【図16】第3の実施形態においてメインコントローラにより実行される束ね処理を含む撮影指示に関する処理の概要を示すフローチャート。

【図17】図16の処理の中で実行される再構成および表示の指令に関するサブプログラムの概要を示すフローチャート。

【図18】束ね指定を行うスキャンプランの様子を示す表示画面の図。

【図19】第2の実施形態におけるスキャン、束ね処理（平均処理）、再構成、表示、および天板移動の動作タイミングの一例を示す図。

【図20】束ね処理の1つの変形例を説明するタイミング図。

【図21】第4の実施形態においてメインコントローラにより実行される撮影指示に関する処理の概要を示すフローチャート。

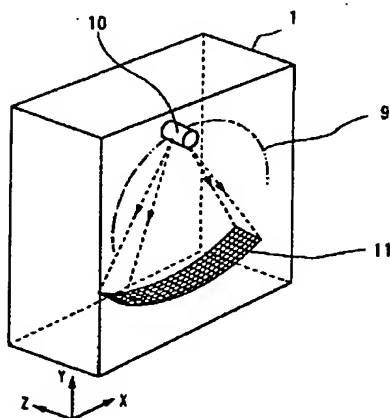
【図22】図21の処理の中で実行される再構成および表示の指令に関するサブプログラムの概要を示すフローチャート。

【図23】スキャンプランの様子を示す表示画面の図。

【図24】第4の実施形態におけるスキャン、再構成、表示、および天板移動の動作タイミングの一例を示す図。

【図25】撮影の進捗状況を示す表示画面の図。

【図1】



\*【図26】第4の実施形態におけるスキャン、再構成、表示、および天板移動の動作タイミングの他の例を示す図。

【図27】第4の実施形態の1つの変形例を説明する図。

【図28】各実施形態に共通の変形例の1つを説明する図。

【図29】マルチスライスCTによる従来のマルチスキャンを説明するタイミングチャート。

10 【図30】実施形態におけるデータ保存フォーマットを説明する図。

【符号の説明】

1 ガントリ

2 寝台

2a 天板

2b 寝台駆動装置

3 制御キャビネット

10 X線管（X線源）

11 X線検出器（2次元検出器）

20 24 データ収集装置

25 架台駆動装置

28 データ伝送部

30 メインコントローラ

32 寝台コントローラ

33 架台コントローラ

34 補正ユニット

35 データ保存ユニット

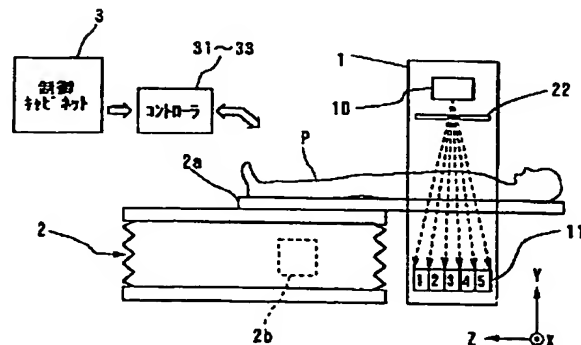
36 再構成ユニット

37 表示プロセッサ

30 38 ディスプレイ

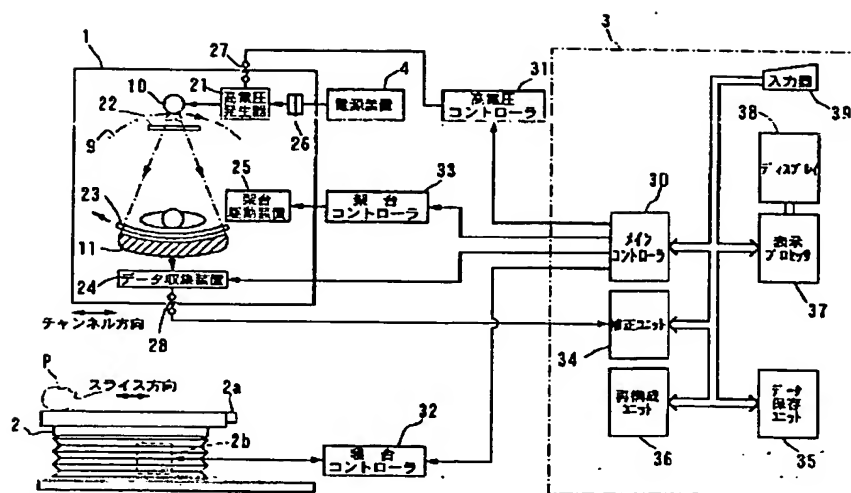
\* 39 入力器

【図2】

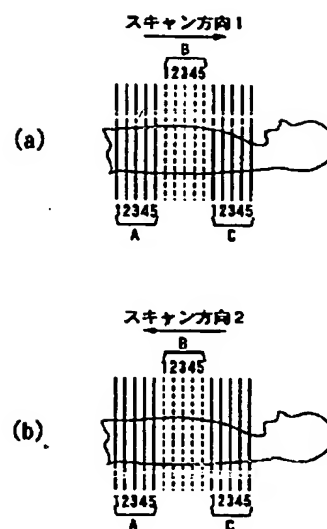




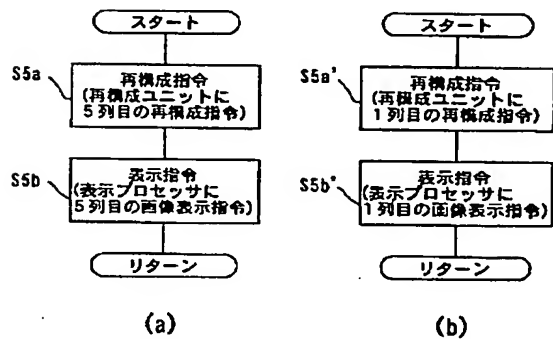
【図3】



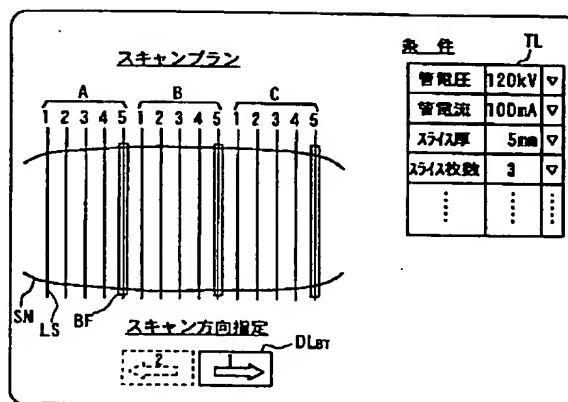
【図4】



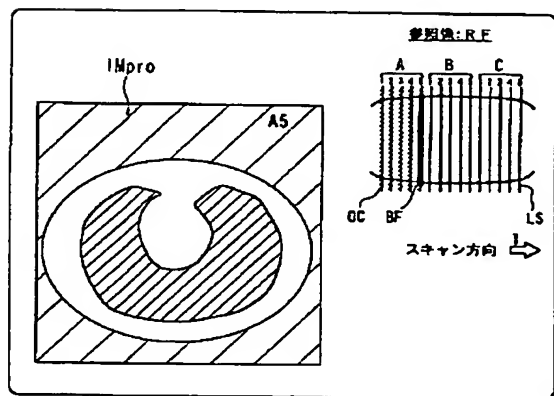
【図6】



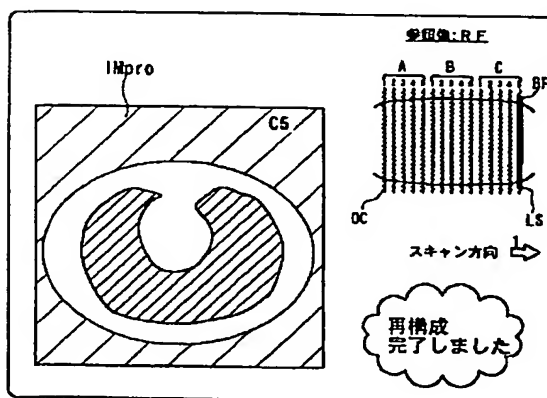
【図7】



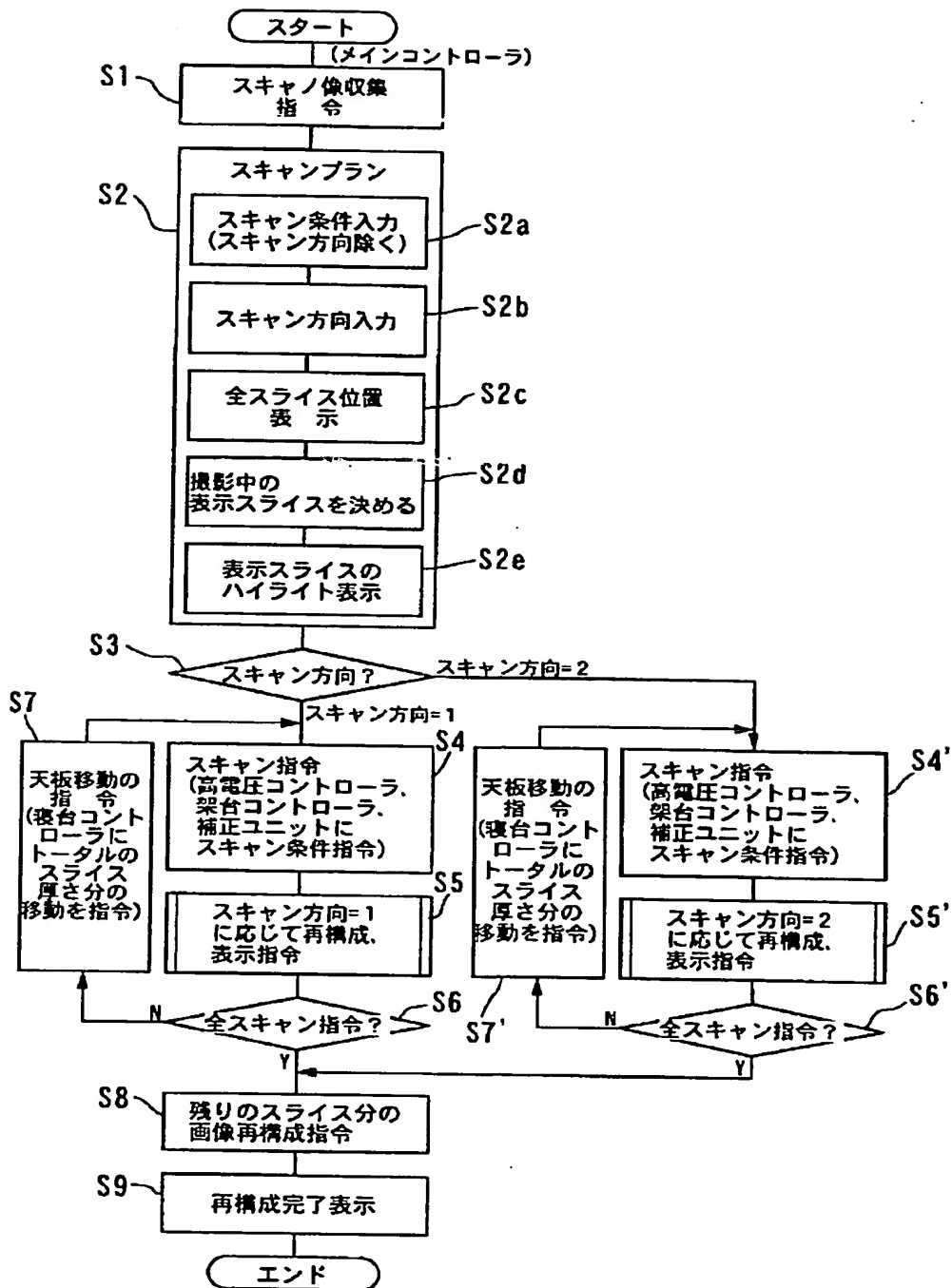
【図9】



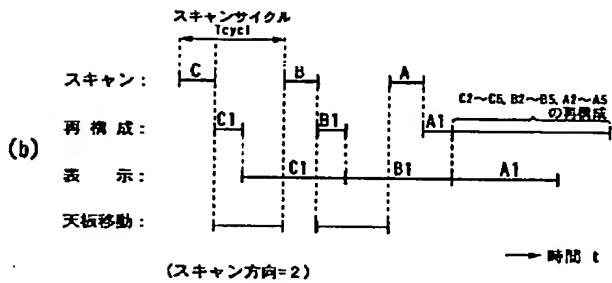
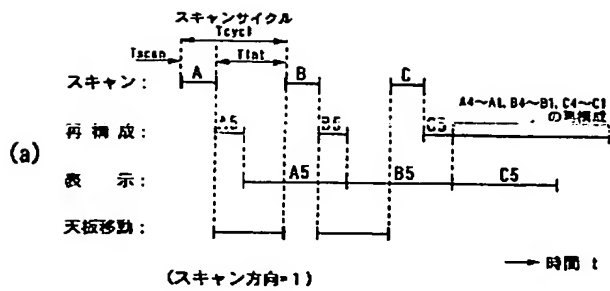
【図10】



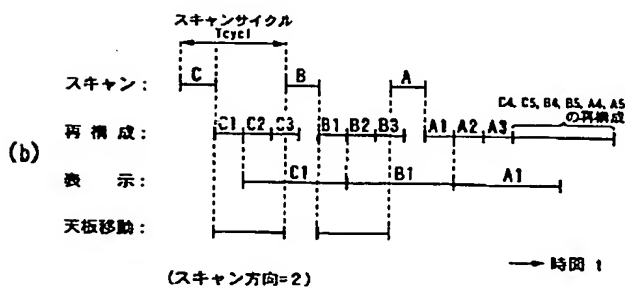
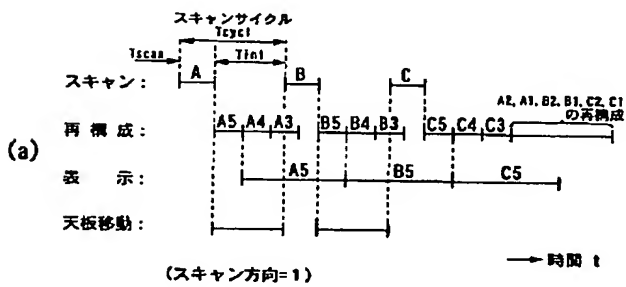
【図5】



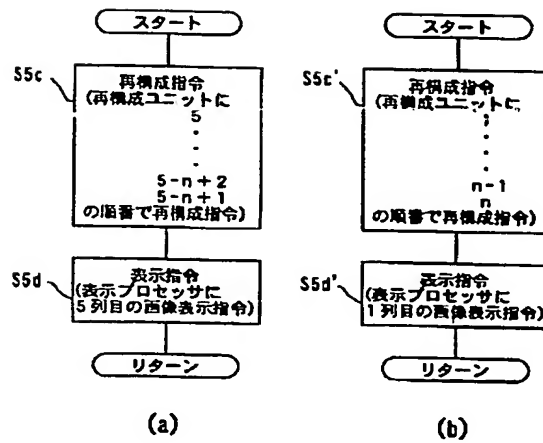
【図8】



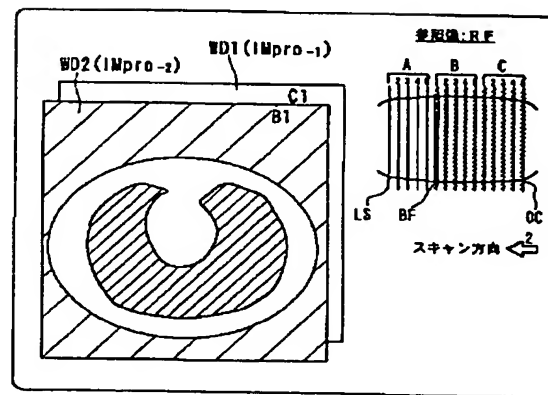
【図13】



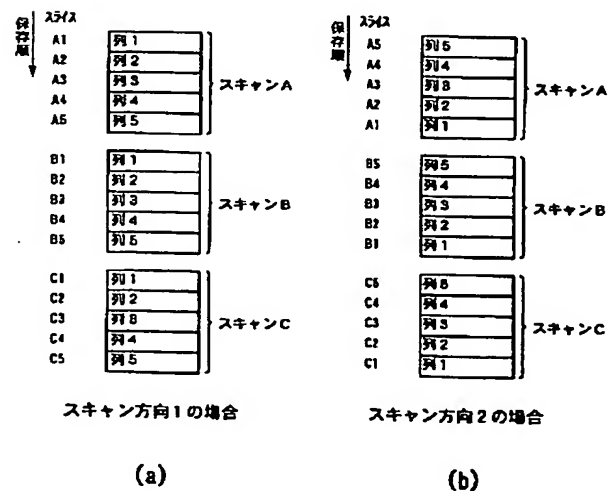
【図12】



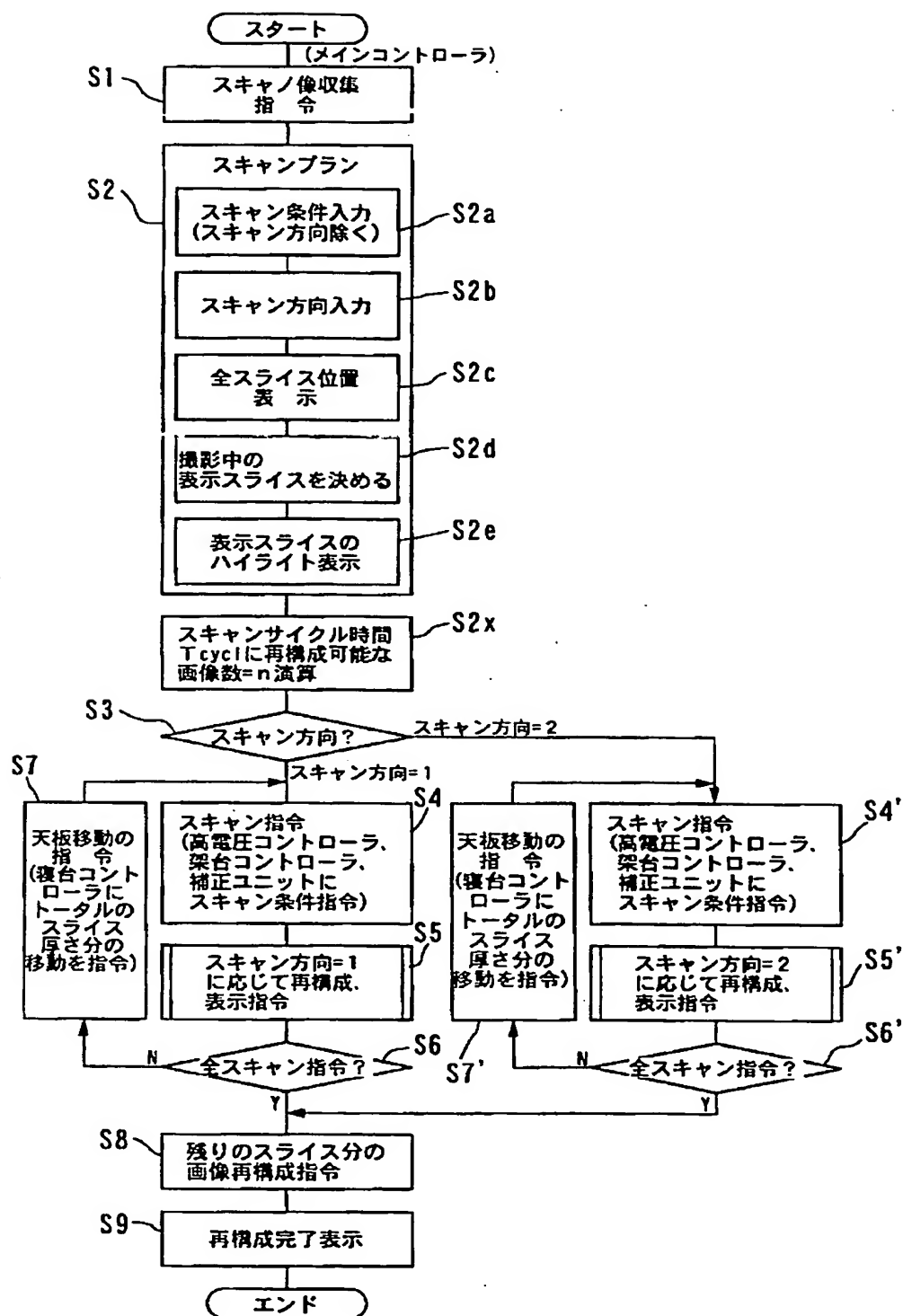
【図14】



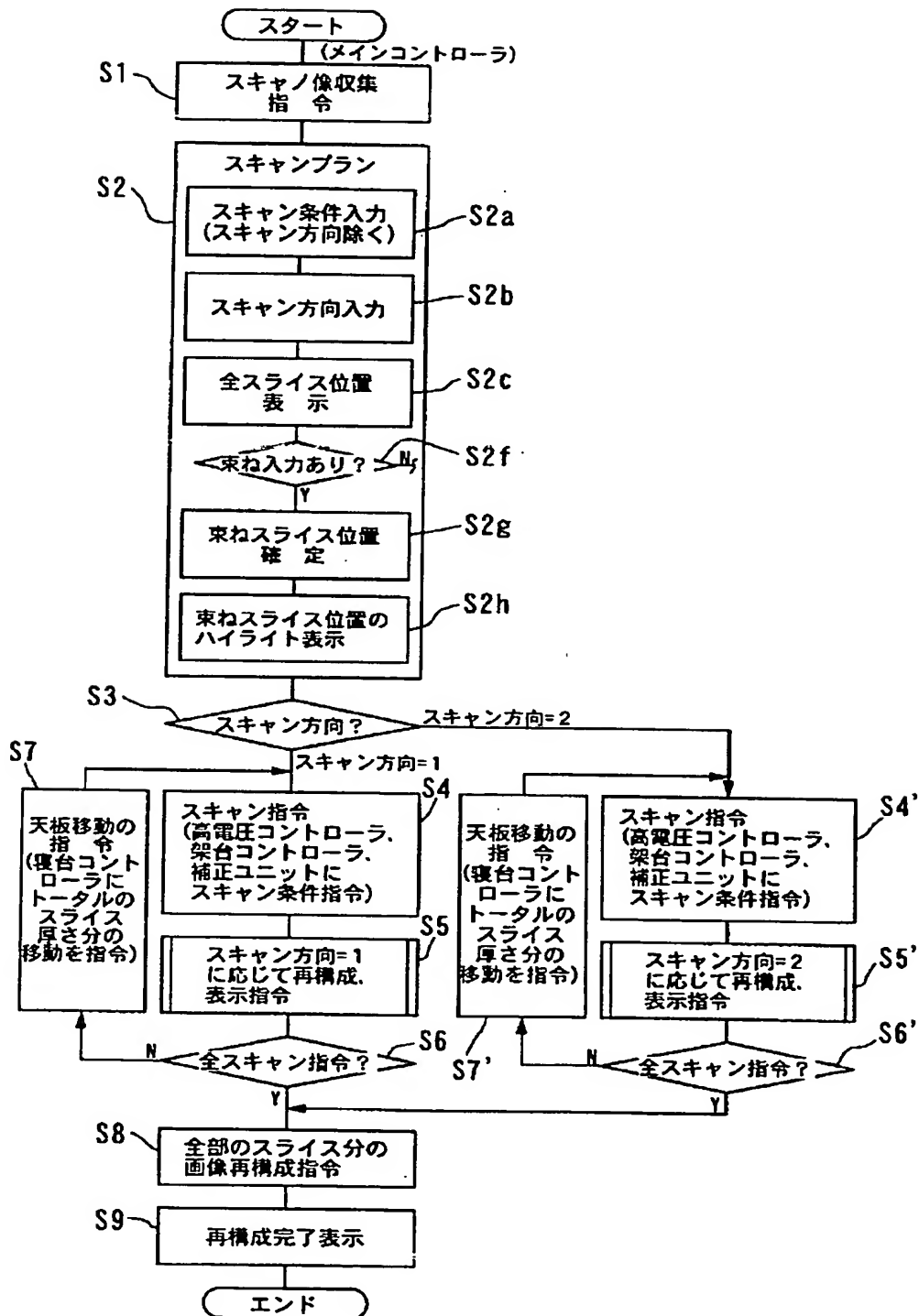
【図15】



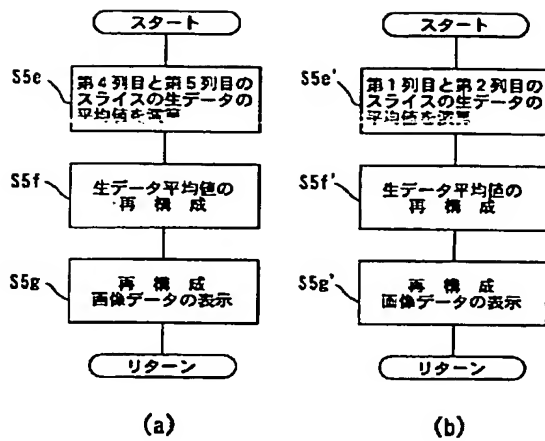
【図11】



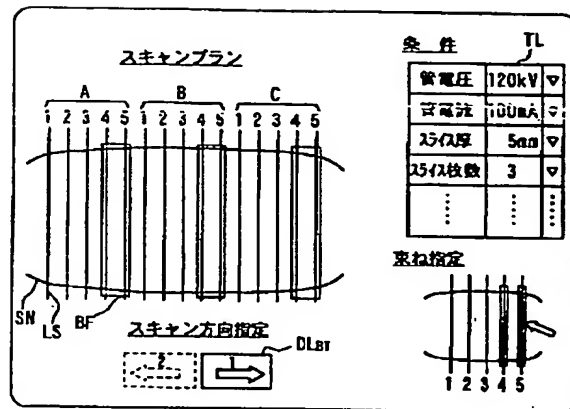
【図16】



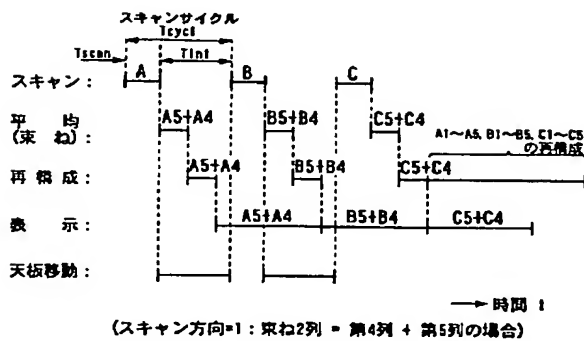
【図17】



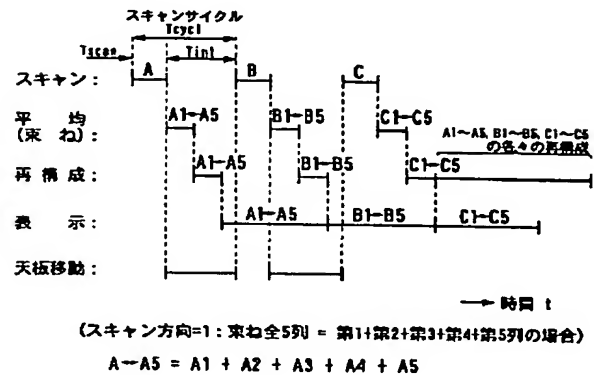
【図18】



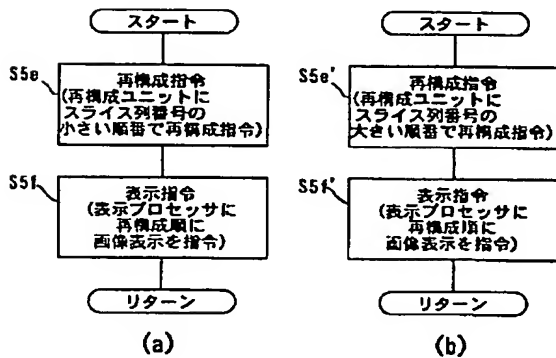
【図19】



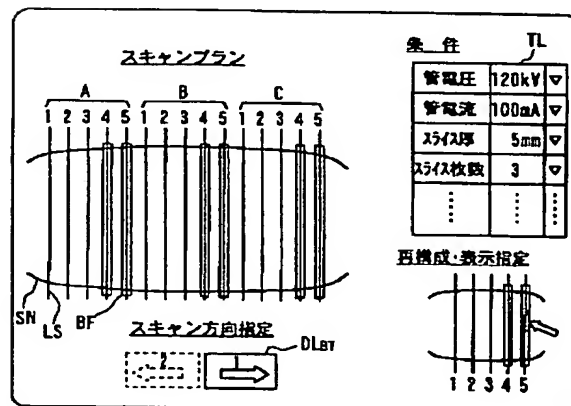
【図20】



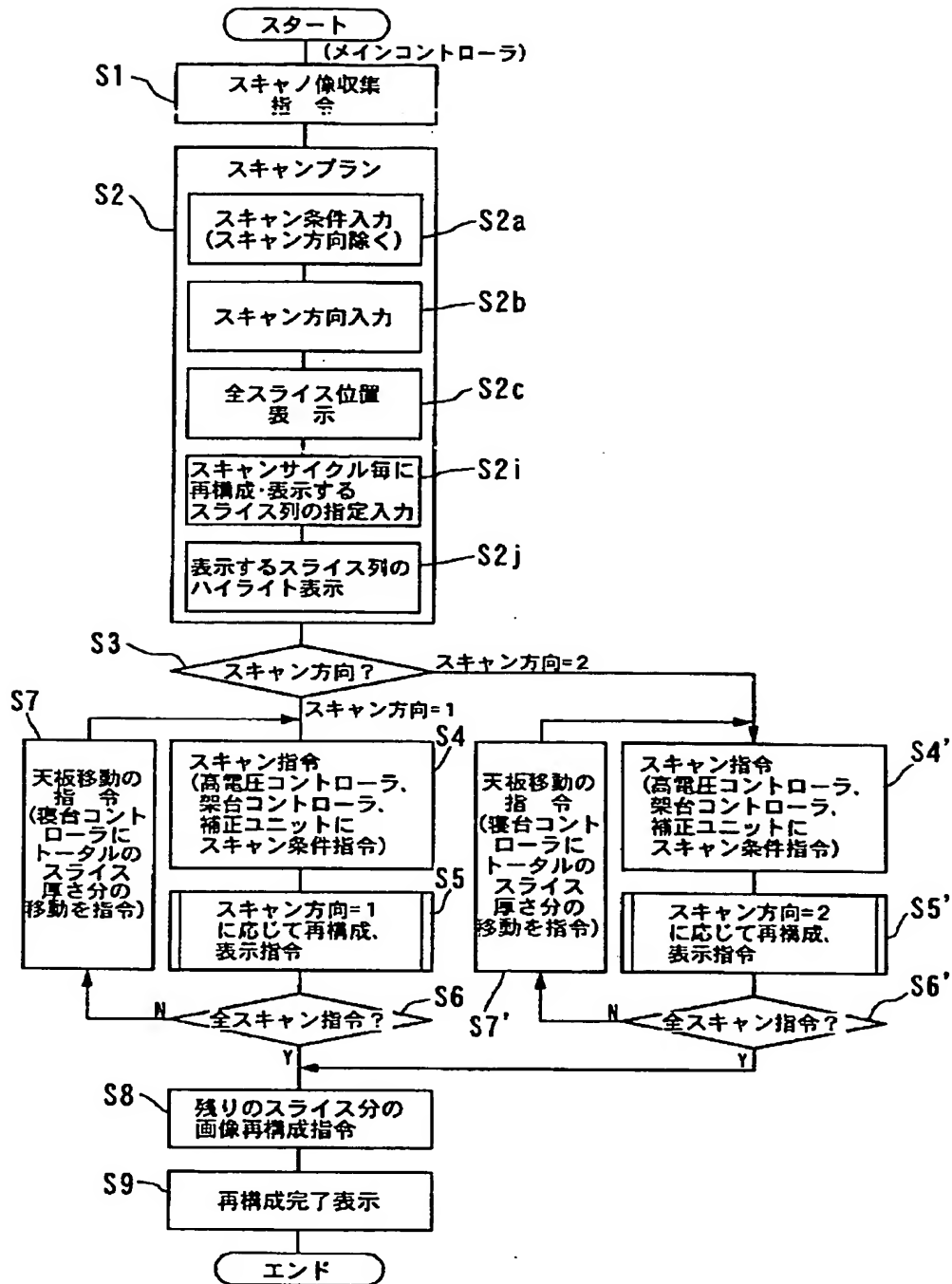
【図22】



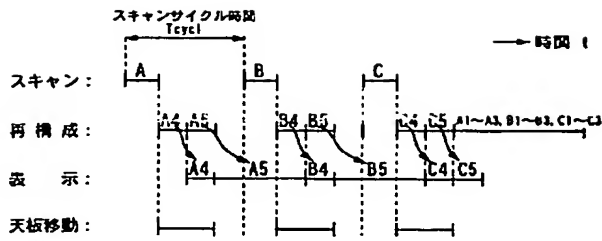
【図23】



〔図21〕

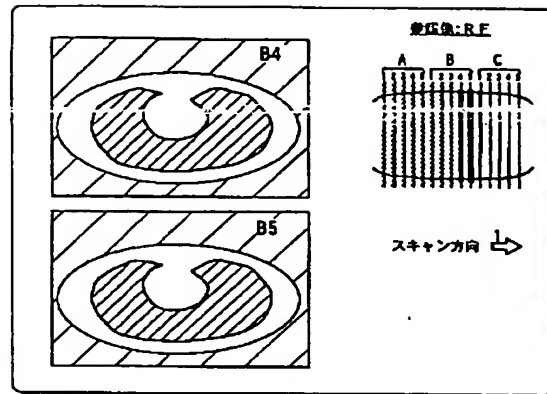


【図24】

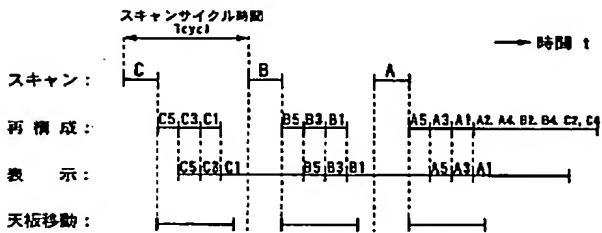


(スキャン方向=1, 表示するスライス列 = 第4列, 第5列)

【図25】

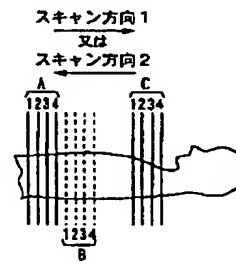


【図26】

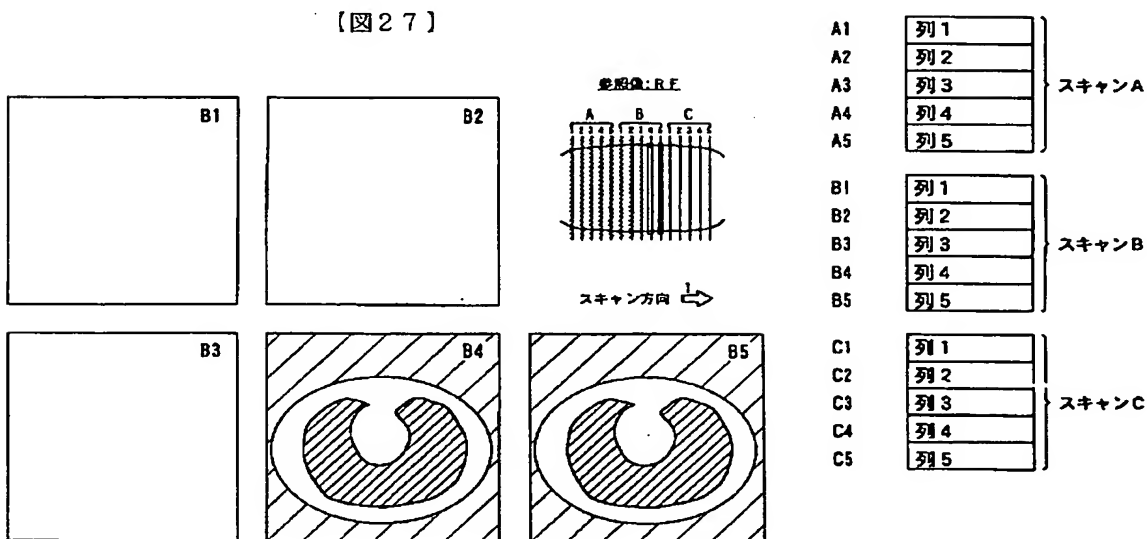


(スキャン方向=2, 表示するスライス列 = 第5列, 第3列, 第1列)

【図28】



【図30】





【図29】

